

УДК 551.351

BIOMINERALOGICAL STUDIES OF BLACK SEA FORAMINIFERA AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CHANGES

БІОМІНЕРАЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРАМІНІФЕР ЧОРНОГО МОРЯ ЯК ІНДИКАТОРІВ ЗМІН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Kravchuk A.O. / Кравчук Г.О.

c.geol.s., as.prof. / к.геол.н., доц.

ORCID: 0000-0002-5908-6350

Odesa I.I.Mechnikov National University,

Odesa, Vsevoloda Zmiiienka St, 2, 65082

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова,

Одеса, Всеволода Змієнка, 2, 65082

Анотація. В роботі розглядається застосування біомінералогічних досліджень бентосних форамініфер для оцінки геоecологічної обстановки на шельфі Чорного моря. Порівняні рентгенометричні характеристики мінерального складу черепашок з морфологічними порушеннями та нормальним розвитком форамініфер.

Ключові слова: бентосні форамініфери, біомінералізація, дифрактограма.

Abstract. The paper considers the application of biomineralogical studies of benthic foraminifera to assess the geoecological situation on the Black Sea shelf. X-ray diffraction characteristics of the mineral composition of shells with morphological disorders and normal development of foraminifera are compared.

Key words: benthic foraminifera, biomineralization, diffractogram.

Вступ.

Дослідження екологічних змін у морському середовищі базується на різних системах біотестування та біоіндикації. Розвиток негативних процесів у донних відкладах Чорного моря має найбільш помітний вплив на бентосні форамініфери, черепашки яких є типовими біомінеральними агрегатами. Тверда фаза в секретійних форамініферах утворюється при мінералізації органічної матриці. Як середовище біогенного мінералоутворення органічна матриця служить первинним концентратором речовини, включаючи токсичні сполуки. Ці домішки блокують активні центри мінералізації, що впливає на напрями зростання і розміри кристалітів, а у деяких випадках порушує мінералогічну спеціалізацію організму.

Основний текст.

Морфологічні аномалії гідробіонтів є наслідком впливу токсикантів на розвиток біомінералізації бентосних організмів. Мобільні форми важких металів

(Cd, Hg, Pb) надходять у Чорне море з річковим стоком, мігрують за межі приустьових бар'єрних зон та накопичуються в карбонатній речовині відкладів (рисунок 1). Механізм концентрування токсикантів включає фіксацію в мінеральній речовині та в органічній матриці черепашок.

Морфологічний аналіз форамініфер виконувався за допомогою бінокулярного мікроскопу та методом скануючої електронної мікроскопії (SEM). Електронно-мікроскопічні дослідження бентосних організмів шельфу Чорного моря були проведені в Тель-Авівському університеті на установці JEOL JSM-840A (рисунок 2). Типи морфологічних порушень і розподіл аномальних організмів визначалися для кожного зразка. Кількісна характеристика аномалій розвитку аналізувалась на основі корелятивних та багатомірних зв'язків із результатами геохімічних досліджень.

Більшість форамініфер утворює мономінеральний екзоскелет кальцитового складу. Передбачається, що поява арагоніту контролюється активною роллю ізоморфних заміщень та порушенням функцій органічної матриці у забрудненому середовищі. Вважають, що формування арагоніту залежить від амінокислотного та мікроелементного складу органічної речовини, а також від наявності вуглеводнів нафтового ряду. У Науково-дослідній лабораторії морської геології, геохімії та палеонтології ОНУ імені І.І.Мечникова (НДЛ-3 ОНУ) автором був проведений фазовий аналіз мінеральної складової раковин форамініфер, відібраних у різних районах шельфової області Чорного моря. Аналіз зразків досліджено на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3. Контрольні проби подані кальцитом і арагонітом із колекції мінералогічного музею ОНУ. Діагностика основних кристалічних фаз заснована на порівнянні дифракційних спектрів досліджуваної речовини з еталонними мінералами.

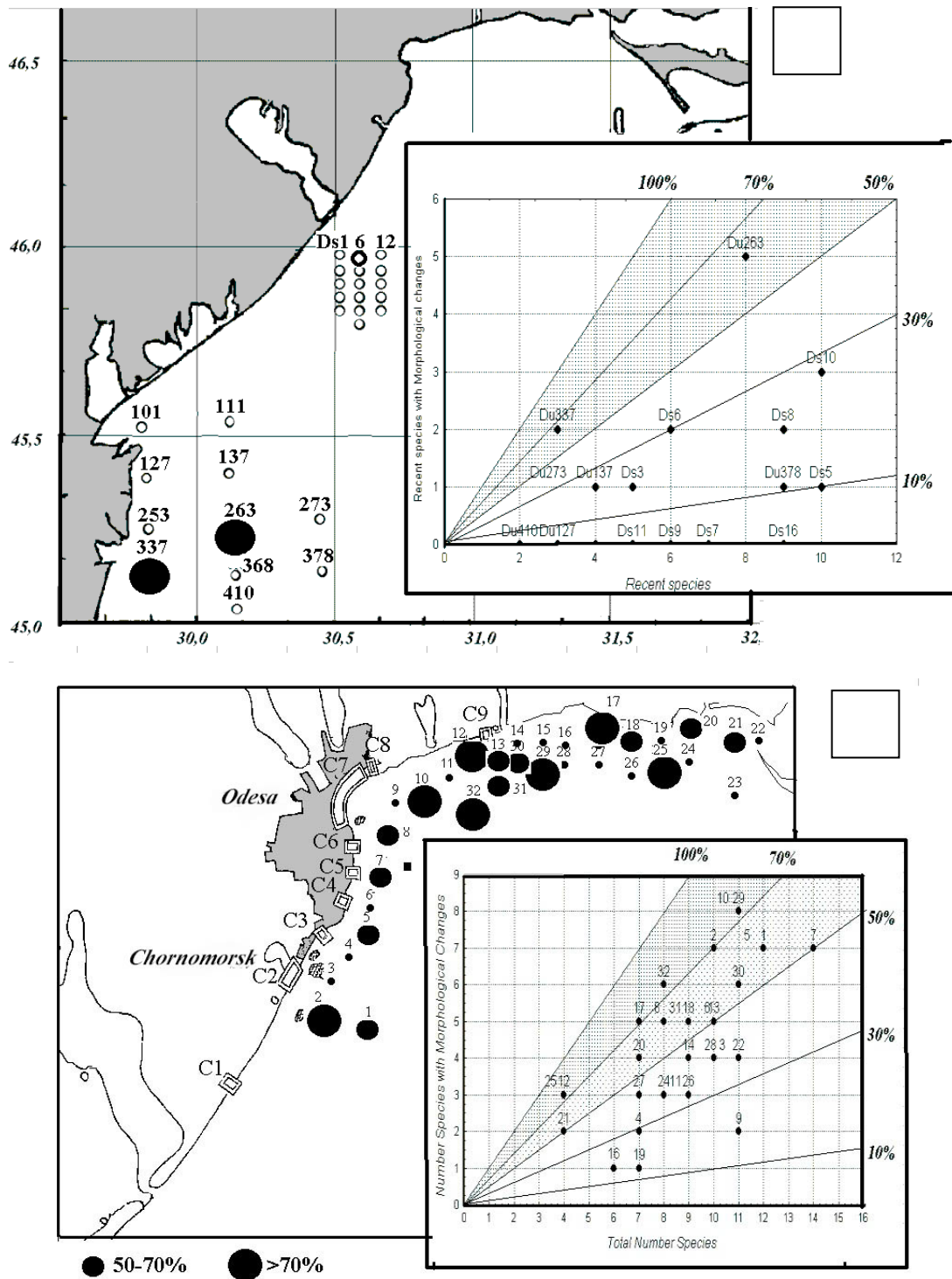


Рисунок 1 - Співвідношення загальної кількості видів форамініфер та видів з морфологічними порушеннями в районах Дністровської банки, а також острова Зміїний (А) та району Чорноморськ – Одеса – Очаків (В)

Джерело: авторська розробка

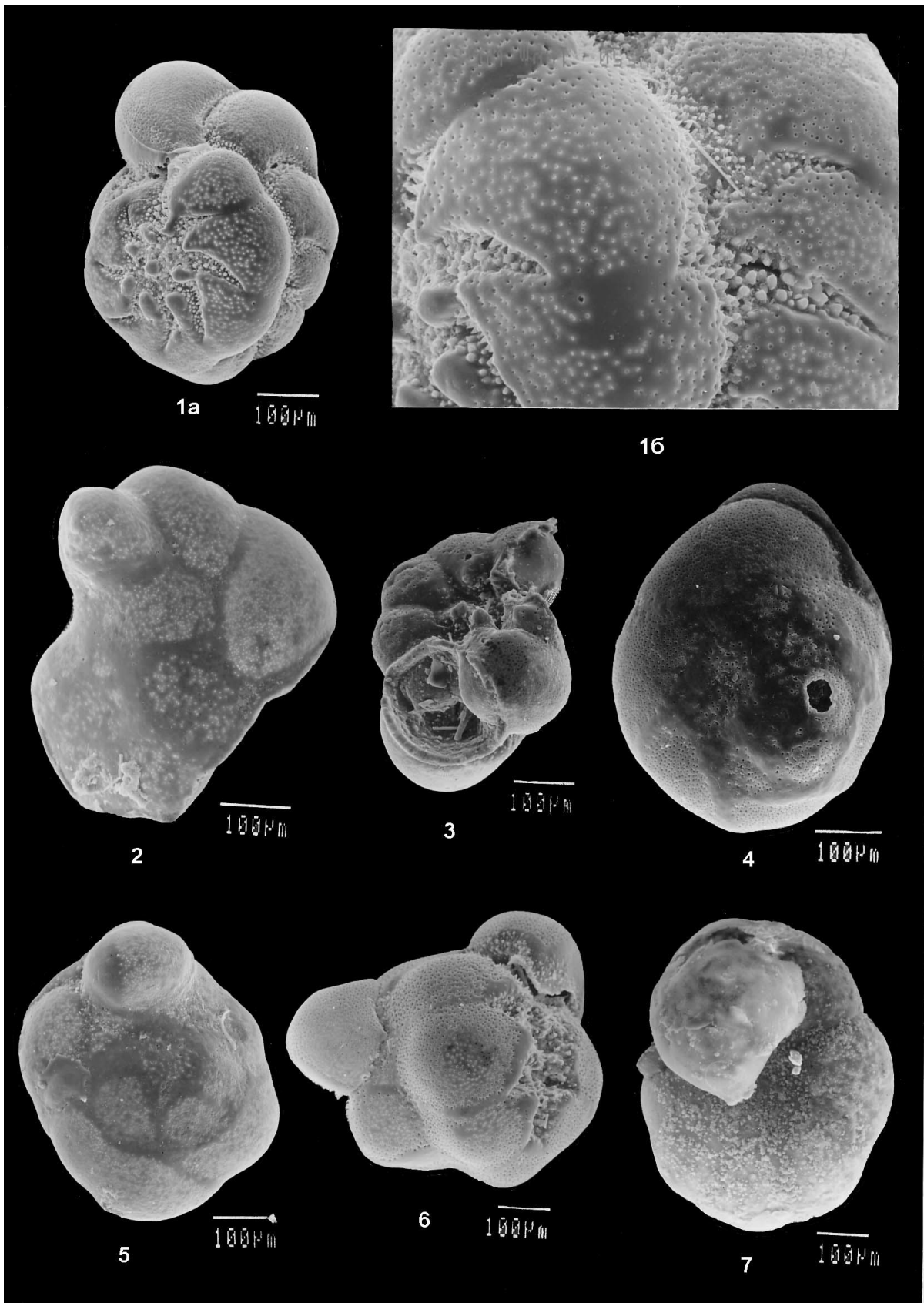


Рисунок 2 - Морфологічні аномалії бентосних форамініфер *Ammonia tepida* (Cushman), Чорне море (SEM JEOL JSM-840A)

Джерело: авторська розробка

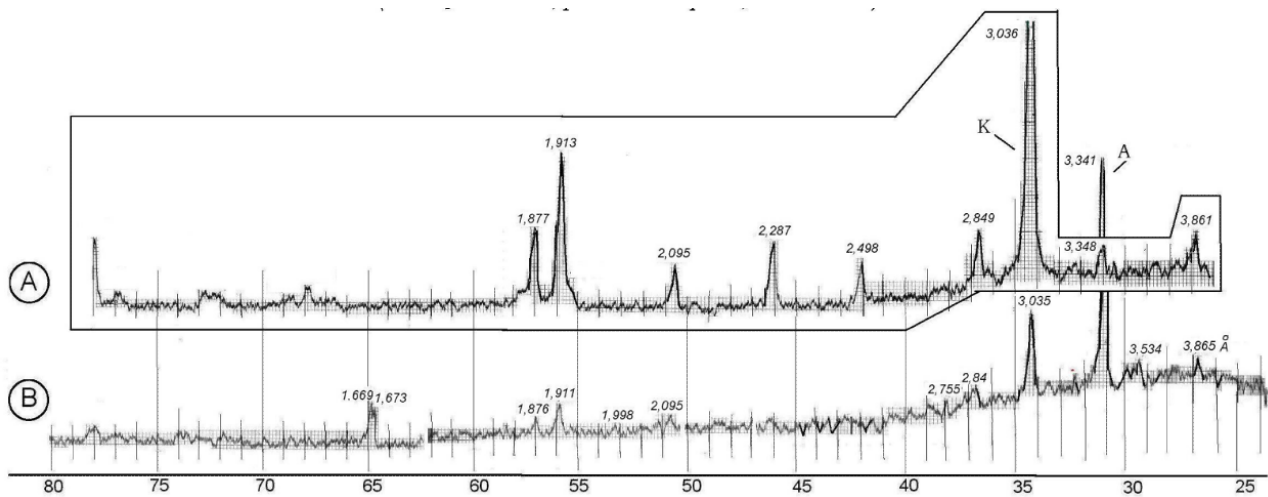


Рисунок 3 - Біомінералогічне дослідження складу черепашок бентосних форамініфер:

A – дифрактограма фракцій нормально розвинутих *Ammonia tepida*;

B – дифрактограма фракцій черепашок з морфологічними порушеннями

Джерело: авторська розробка

Встановлено, що в карбонатній речовині форамініфер переважає стехіометричний кальцит (інтенсивний рефлекс на дифрактограмі дорівнює 0,3031-0,3036 нм). Стійкі рефлекси кальциту 0,3035-0,3036 нм у черепашках *Ammonia tepida* (Cushman) не залежать від морфологічних змін (рисунок 3). Раковини з аномальною морфологією відрізняються ускладненням дифракційного спектра, що відповідає збільшенню домішкових компонентів. У цих випадках посилюється рефлекс (0,3337-0,3348 нм), який діагностує показники кварцу. Присутність кварцу свідчить про захоплення механічних домішок, пов'язане з дезорганізацією структури стінок черепашки та порушенням мінералоутворювальних функцій форамініфер.

Висновки.

Таким чином, порушення фізіологічних функцій форамініфер відображено в дезорганізації мінералоутворювальних функцій та захопленні органічною матрицею механічних домішок. Визначено, що зберігається стійкість генетично програмованого кальциту стехіометрического складу.

Кількість домішкових компонентів узгоджується із ступенем морфологічних порушень у черепашках досліджуваних організмів. У цьому, на нашу думку, полягає можливість мінералогічного контролю рівнів прояву тератогенних реакцій форамініфер у забрудненому морському середовищі.

Література:

1. Кравчук Г.О. Вплив морського середовища на мінеральний склад бентосних форамініфер північно-західного шельфу Чорного моря //Людина та довкілля. Проблеми неоекології. - Харків:ХНУ.- №1-2. - 2012.- С.55-59.
2. Кравчук А.О., Кравчук О.П. Основні напрямки моніторингу техногенних змін морського середовища // XXXVII Міжнародна конференція «Розвиток науки в XXI столітті, 14.07.2018.- Харків: Науково-інформаційний центр «Знання», 2018. – С.13-18.
3. Кравчук Г.О., Кравчук О.П., Золоторьов Г.Г., Золоторьов М.Г. Вплив кадмію на бентосні форамініфери шельфу Чорного моря (район дельти Дунаю) //Людина та довкілля. Проблеми неоекології. - Харків:ХНУ.- №3-4 (28). - 2017.- С.50-56.

Статтю відправлено: 03.07.2025 р.

© Кравчук Г.О.